

## **PENDAMPINGAN PRAKTIKUM KIMIA VIRTUAL CHEM-LAB DAN PENYUSUNAN PANDUAN BERBASIS BAHAN LOKAL DI SMAN 10 KOTA TERNATE**

**Indra Cipta<sup>1</sup>, Nur Jannah Baturante<sup>1</sup>, Ilham SW Mauraji<sup>1</sup>, Anjamputra A. Embisa<sup>2</sup>,  
Sabaria Umahuk<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Pendidikan Kimia Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

<sup>4</sup>SMAN 10 Kota Ternate, Indonesia

Email: [indra.chemy@gmail.com](mailto:indra.chemy@gmail.com); [jannahbaturante.ch@gmail.com](mailto:jannahbaturante.ch@gmail.com); [ilhammauraji@unkhair.ac.id](mailto:ilhammauraji@unkhair.ac.id); [anjamkpk23@gmail.com](mailto:anjamkpk23@gmail.com); [sabariaumahuk45@admin.sma.belajar.id](mailto:sabariaumahuk45@admin.sma.belajar.id)

---

### **ABSTRAK**

Pengabdian pada masyarakat ini bertujuan untuk memberikan pendampingan kepada siswa melakukan praktikum kimia virtual tanpa akses internet dengan menggunakan aplikasi Chemlab. Kegiatan ini dilakukan di SMAN 10 Kota Ternate dengan melibatkan 30 siswa. Teknologi yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini adalah komputer dan aplikasi virtual ChemLab. Kegiatan ini dilakukan menggunakan metode demonstrasi. Instrumen yang digunakan yaitu angket respon siswa menggunakan skala 1-4. Data dianalisis secara deskriptif tiap indikator. Kegiatan ini memberikan hasil berupa adanya transfer pengetahuan dan skill kepada siswa. Respon siswa diperoleh sebanyak 90% siswa memberikan respon setuju aplikasi Chemlab dapat dijadikan media pembelajaran kimia, sebanyak 89% siswa setuju mudah mengidentifikasi bentuk dan ukuran alat praktikum, kemudahan mengambil data praktikum, serta kemudahan menganalisis hasil praktikum dengan, sebanyak 75% siswa memberikan respon setuju tidak mengalami kesulitan menggunakan Chemlab, 93% siswa memberikan respon setuju jika aplikasi Chemlab lebih ramah lingkungan, praktikum kimia dengan menggunakan Chemlab lebih aman, sebanyak 87% siswa memberikan respon setuju jika siswa menyelesaikan praktikum dengan sukses. Penggunaan aplikasi Chemlab menjadikan pembelajaran praktikum kimia lebih mudah, menarik dan interaktif. Kegiatan ini juga menghasilkan sebuah panduan praktikum kimia berbasis tanah vulkanik Gamalama. Respon siswa setelah membaca panduan tersebut adalah 89% menyatakan mudah dipahami, 96% menyatakan mendapatkan pengalaman belajar baru, 91% menyatakan motivasi belajar meningkat.

**Kata Kunci :** Chemlab; praktikum kimia virtual; Panduan Praktikum.

### **ABSTRACT**

This community service program aimed to assist students in conducting virtual chemistry practicums without internet access using the ChemLab application. The program was implemented at SMAN 10 Kota Ternate, involving 30 students. The technology utilized included computers and the ChemLab virtual application. The activity was conducted using a demonstration method. The instrument used was a student response questionnaire with a 1-4 scale, and the data were analyzed descriptively for each indicator. The program resulted in knowledge and skill transfer to the students. The student responses showed that 90% agreed that the ChemLab application could serve as a chemistry learning medium, 89% agreed it was easy to identify the shape and size of laboratory equipment, collect experimental data, and analyze practicum results, 75% agreed they did not encounter difficulties using ChemLab, 93% agreed the ChemLab application is more environmentally friendly and enables safer chemistry practicums, 87% agreed they completed their practicums. The use of the ChemLab application made chemistry practicum learning easier, more engaging, and more interactive. This program also produced a chemistry practicum guide based on Gamalama volcanic soil. After reading the guide, student responses revealed

---

that 89% stated it was easy to understand, 96% said they gained new learning experiences, 91% reported increased motivation to learn.

**Keywords:** ChemLab, Virtual Chemistry practicum, Practicum Guide.

---

## PENDAHULUAN

Kimia merupakan cabang ilmu sains yang mempelajari tentang susunan, struktur, sifat, perubahan materi, serta energi yang menyertai perubahan materi tersebut. Materi kimia dapat dikelompokkan ke dalam level representasi yaitu makroskopik, mikroskopik, dan simbolik. Aspek makroskopik menunjukkan materi kimia yang dapat diamati dan terjadi dalam kehidupan sehari-hari, aspek mikroskopik merupakan representasi materi kimia bersifat abstrak yang tidak dapat diamati secara langsung, tetapi membutuhkan pemahaman konsep yang baik untuk mampu menjelaskan dan menggeneralisasi peristiwa abstrak, aspek simbolik digunakan untuk mewakili fenomena makroskopik dengan menggunakan persamaan kimia yang bisa digambarkan melalui suatu proses (Musa et al., 2023; Sukmawati, 2019). Tujuan pembelajaran kimia tidak hanya berfokus pada penguatan pengetahuan, akan tetapi juga penguatan sikap dan keterampilan melalui keterlibatan siswa secara langsung dalam proses pembelajaran dengan menggunakan alur pikir ilmiah. Pembelajaran kimia dikembangkan berdasarkan pada percobaan (induktif) dan berdasarkan teori (deduktif) sehingga diharapkan siswa terlatih untuk berpikir secara ilmiah dalam memahami konsep kimia abstrak maupun kontekstual.

Pemahaman siswa terhadap level makroskopik dan simbolik dapat ditingkatkan dengan praktikum, melakukan pengamatan ilmiah secara langsung. Praktikum kimia dimaksudkan untuk melatih kemampuan teknik laboratorium siswa, keterampilan analisis data, keterampilan interpretasi data dan generalisasi berdasarkan data. Praktikum kimia di laboratorium merupakan bagian penting yang tidak dapat dipisahkan dalam proses pembelajaran kimia yang menjadi salah satu cara bagi siswa untuk memperoleh pemahaman makroskopis, serta pembuktian konsep secara langsung melalui kegiatan eksperimen, menganalisis data, serta membuat kesimpulan berdasarkan hasil eksperimen (Ahdila et al., 2022). Pembelajaran kimia melalui kegiatan praktikum membuat siswa lebih mudah memahami konsep mikroskopik yang bersifat abstrak menjadi pembelajaran lebih mudah diingat, serta dapat menjadi sarana untuk melatih keterampilan berpikir ilmiah, menanamkan dan mengembangkan sikap ilmiah, menemukan dan memecahkan berbagai masalah baru melalui metode ilmiah (Anggraini et al., 2022).

Laboratorium menjadi salah satu sarana pendukung kelancaran kegiatan pembelajaran. Adanya praktikum kimia di laboratorium, siswa dapat mengembangkan kemampuan berteknologi melalui peralatan kimia di dalamnya. Kegiatan eksperimen kimia di sekolah tidak hanya memperkuat pemahaman siswa tetapi dapat juga mendukung aspek afektif dan psikomotorik siswa dalam pembelajaran kimia (Yuliana et al., 2017). Menurut (Sapinatul Bahriah & Abadi, 2016) praktikum kimia memiliki dampak positif terhadap minat belajar, ketekunan, partisipasi, usaha serta motivasi dalam belajar. Pembelajaran kimia menggunakan praktikum mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, dengan adanya praktikum kimia siswa terlatih berpikir secara sistematis, yaitu siswa mampu memberikan contoh serta penjelasan sederhana, membuat generalisasi atau membuat kesimpulan berdasarkan data, menerapkan prinsip prinsip, konsep kimia dalam menjelaskan data hasil eksperimen (Sandi & Fatisa, 2023). Namun pelaksanaan praktikum kimia masih menjadi kendala di satuan pendidikan disebabkan oleh beberapa faktor yaitu kurangnya ketersediaan alat dan bahan, kurangnya waktu dalam pelaksanaan praktikum, suasana praktikum yang tidak kondusif, penggunaan laboratorium yang tidak digunakan sebagaimana fungsinya laboratorium kimia, dan tidak adanya laboran (Candra & Hidayati, 2020).

Hadirnya teknologi informasi dan komunikasi atau ICT yang berkembang sangat pesat dapat dimanfaatkan oleh guru dalam proses pembelajaran untuk visualisasi level submikroskopis, makroskopis, dan bahasa simbolik siswa karena kemampuannya dalam membuat animasi dan simulasi yang dinamis dan interaktif. Terlebih lagi pelaksanaan eksperimen menggunakan bahan kimia berbahaya sehingga akan menghasilkan limbah ke lingkungan yang berdampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Virtual Lab bisa menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi dampak lingkungan. Virtual lab merupakan terobosan pengalaman bekerja di dalam laboratorium untuk menyelenggarakan kegiatan praktikum secara online yang meleburkan kegiatan fisik dalam menghadapi revolusi digital memasuki Abad ke-21 (Ramadhani et al., 2021). Sejalan dengan pernyataan diatas (Setiawati dkk., 2021) mengungkapkan bahwa Laboratorium virtual merupakan media pembelajaran simulasi kegiatan praktikum kimia yang berbasis komputer dengan tujuan untuk menggambarkan reaksi-reaksi kimia yang tidak dapat terlihat dalam keadaan nyata sehingga sangat cocok digunakan pada era digital saat ini. Laboratorium virtual merupakan alternatif murah, aman dan praktis dibandingkan praktikum kimia yang dilakukan secara konvensional. Salah satu bentuk virtual laboratorium tanpa menggunakan jaringan

internet di sekolah adalah Chemlab. Pendampingan penggunaan virtual Chemlab perlu dilakukan sebagai bentuk edukasi kepada guru dan siswa terkait Chemlab

Pengabdian pada masyarakat ini bertujuan untuk memberikan pendampingan kepada siswa melakukan praktikum kimia tanpa akses internet menggunakan aplikasi Chemlab. Pengabdian masyarakat memiliki beberapa manfaat yaitu: (a) meningkatkan kesempatan belajar; (b) mengurangi biaya alat dan bahan praktikum; (c) meminimalisir terjadinya kecelakaan laboratorium; dan (d) mengurangi efek lingkungan.

## **METODE**

Pelaksanaan pengabdian masyarakat ini dilakukan di SMAN 10 Kota Ternate dengan melibatkan 30 siswa pada Selasa 27 Februari 2024. Teknologi yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini adalah laptop atau komputer yang telah diinstal aplikasi Chemlab, LCD digunakan untuk menampilkan penyampaian materi oleh narasumber terkait penggunaan Chemlab. Pelaksanaan pengabdian ini dilakukan menggunakan metode pendampingan secara langsung dengan menggunakan dua pendekatan yaitu:

1. Ceramah dan diskusi, yaitu dengan penyampaian materi oleh narasumber terkait, fitur-fitur Chemlab, prosedur praktikum menggunakan Chemlab.
2. Demonstrasi, yaitu narasumber mendemonstrasikan praktikum titrasi asam basa sebagai contoh kepada siswa, kemudian diberi kesempatan kepada siswa untuk mencoba merancang praktikum virtual lab dengan topik titrasi asam basa.

Pelaksanaan pendampingan penggunaan Chemlab kepada siswa, narasumber membagikan instrumen angket respon siswa menggunakan skala 1-4 yaitu sangat tidak setuju sampai sangat setuju. Hasil tanggapan siswa dianalisis secara deskriptif tiap indikator. Indikator respon siswa terhadap chemlab disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator respon siswa terhadap virtual Chemlab

| No               | Indikator                                                   | Jumlah item |
|------------------|-------------------------------------------------------------|-------------|
| 1                | Penggunaan laboratorium virtual terhadap pembelajaran kimia | 4           |
| 2                | Kemudahan menggunakan laboratorium virtual                  | 4           |
| 3                | Kesulitan menggunakan laboratorium virtual                  | 2           |
| 4                | Kecemasan saat menggunakan laboratorium virtual             | 3           |
| 5                | Kepercayaan diri saat menggunakan laboratorium virtual      | 3           |
| Total pernyataan |                                                             | 16          |

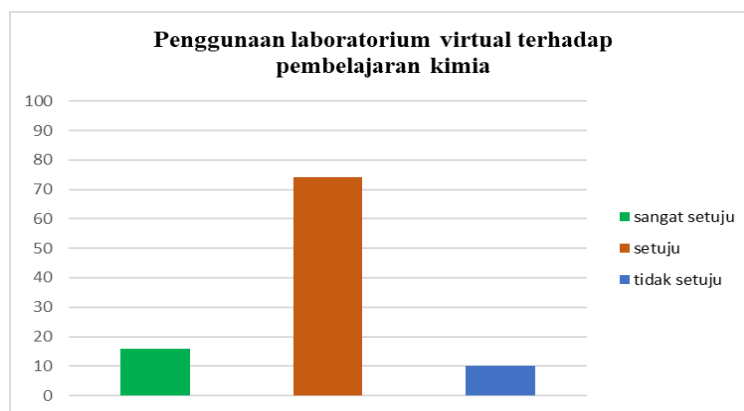
## PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian ini menjadikan titrasi asam basa sebagai materi pendampingan penggunaan virtual Chemlab. Pemilihan materi titrasi asam basa dengan alasan materi ini telah didapatkan oleh siswa, materinya mudah untuk dipahami ketika melakukan simulasi virtual Chemlab. Angket tanggapan siswa dideskripsikan berdasarkan indikator disajikan sebagai berikut.

### 1. Respon Peserta terhadap penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran kimia

Bagian ini menyajikan analisis data persentase keseluruhan respon siswa terhadap penggunaan laboratorium virtual terhadap pembelajaran kimia. Data respon siswa berdasarkan persentase sangat setuju hingga sangat tidak setuju disajikan pada gambar 1.

Diagram pada gambar 1, menunjukkan bahwa rata-rata siswa memberikan respon setuju sebesar 74% dan sangat setuju 16%, siswa memberikan respon tidak setuju dengan persentase kecil yaitu 10 % serta tidak ada yang memberikan sangat tidak setuju terhadap aspek penggunaan laboratorium virtual. Dengan demikian, secara keseluruhan siswa sangat setuju jika Chemlab digunakan pada praktikum kimia lainnya, siswa banyak belajar tentang kimia dengan menggunakan Chemlab, dan siswa setuju media Chemlab merupakan hal yang baru bagi mereka.



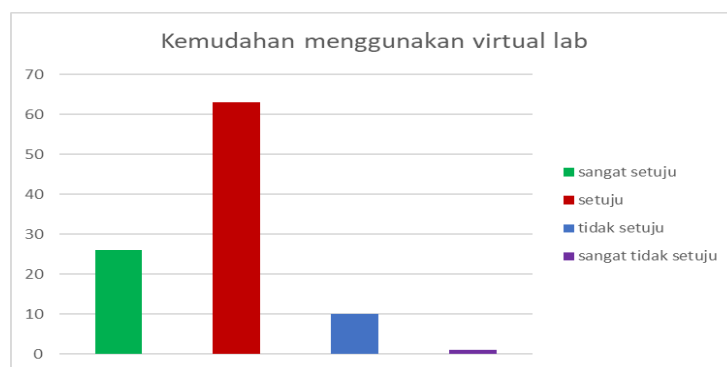
Gambar 1. Respon siswa terhadap penggunaan laboratorium virtual

Hasil temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Ramadhani et al., 2021) mengungkapkan bahwa virtual lab mampu menjadikan pembelajaran kimia menjadi lebih efektif, meningkatkan aktivitas siswa dalam belajar mandiri serta tidak perlu menunggu bantuan instruktur ataupun asisten jika ingin melakukan praktikum. Pernyataan serupa diungkapkan oleh (Kartika et al., 2019) virtual laboratorium mampu melatih literasi digital, melatih keterampilan berpikir kritis, meningkatkan hasil belajar kimia, melatih keterampilan proses sains, meningkatkan kemampuan

menulis dan/atau membuat laporan. Laboratorium virtual juga memiliki kelebihan dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja sehingga siswa bisa mengulang praktikum berulang kali hingga dirasa paham. Hasil temuan ini menunjukkan bahwa laboratorium virtual dapat menjadi media pembelajaran multimedia interaktif yang memberikan pengalaman simulasi kegiatan praktikum kepada pengguna secara mandiri dimana pun dan kapan pun seperti bekerja pada laboratorium nyata (Lestari et al., 2023).

## 2. Kemudahan menggunakan laboratorium virtual Chemlab

Bagian ini menyajikan analisis data persentase keseluruhan respon siswa terhadap Kemudahan menggunakan laboratorium virtual. Data respon siswa berdasarkan persentase sangat setuju hingga sangat tidak setuju disajikan pada gambar 2. Gambar 2, menunjukkan bahwa rata-rata siswa memberikan respon setuju sebesar 63% dan sangat setuju 26%, siswa memberikan respon tidak setuju dan sangat tidak setuju dengan persentase kecil yaitu 10% dan 1%.

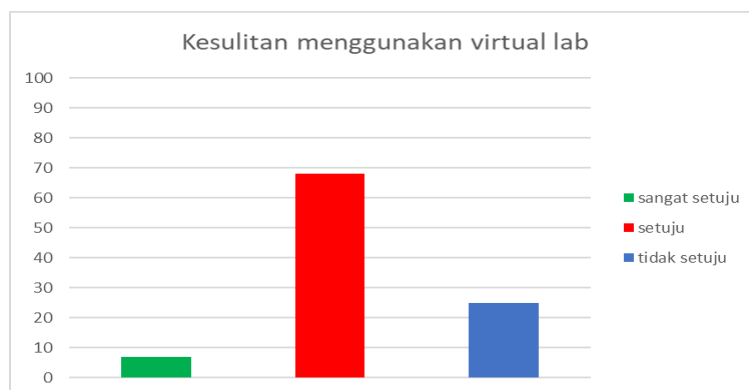


Gambar 2. Kemudahan menggunakan laboratorium virtual

Dengan demikian, secara keseluruhan siswa sangat setuju jika siswa merasa mudah mengidentifikasi bentuk dan ukuran alat praktikum dengan menggunakan Chemlab, kemudahan mempersiapkan praktikum, kemudahan mengambil data praktikum, serta kemudahan menganalisis hasil praktikum dengan menggunakan aplikasi Chemlab.

## 3. Kesulitan menggunakan laboratorium virtual

Bagian ini menyajikan analisis data persentase keseluruhan respon siswa terhadap kesulitan menggunakan laboratorium virtual. Data respon siswa berdasarkan persentase sangat setuju hingga sangat tidak setuju disajikan pada gambar 3.

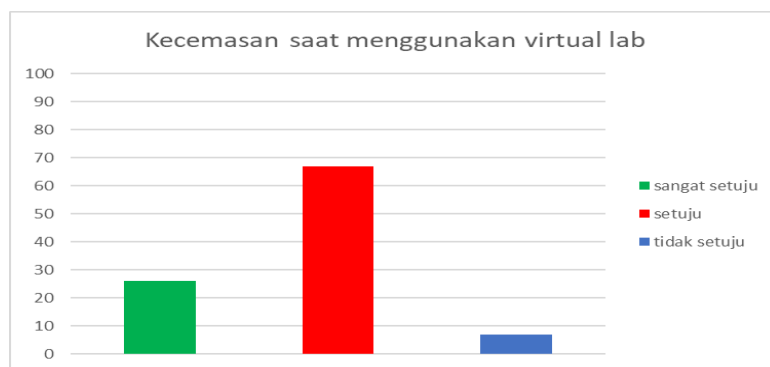


Gambar 3. Kesulitan menggunakan virtual lab

Diagram di atas menunjukkan bahwa rata-rata siswa memberikan respon setuju sebesar 68% dan sangat setuju 7%, siswa memberikan respon tidak setuju dengan persentase 25%. Serta tidak ada yang memberikan sangat tidak setuju terhadap aspek kesulitan menggunakan virtual lab. Dengan demikian, sebagian besar siswa setuju jika siswa merasa lebih mudah melakukan praktikum dengan menggunakan laboratorium virtual (Chemlab), lebih mudah menentukan peralatan mana yang akan saya gunakan untuk praktikum. Akan tetapi terdapat 25% siswa merasa sulit praktikum menggunakan Chemlab, hal ini disebabkan Chemlab merupakan aplikasi baru yang digunakan oleh siswa, sehingga siswa butuh penyesuaian dalam penggunaannya.

#### 4. Kecemasan saat menggunakan laboratorium virtual

Bagian ini menyajikan analisis data persentase keseluruhan respon siswa terhadap kecemasan saat menggunakan laboratorium virtual. Data respon siswa berdasarkan persentase sangat setuju hingga sangat tidak setuju disajikan pada gambar 4.



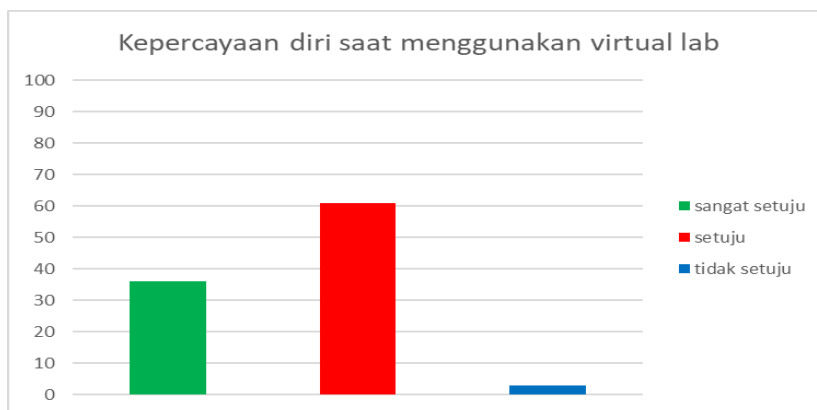
Gambar 4. Kecemasan saat menggunakan laboratorium virtual

Diagram di atas menunjukkan bahwa rata-rata siswa memberikan respon setuju sebesar 67% dan sangat setuju 26%, siswa memberikan respon tidak setuju dengan persentase kecil yaitu 7% dan tidak ada siswa yang memberikan respon sangat tidak setuju. Dengan demikian, secara keseluruhan siswa setuju jika praktikum dengan menggunakan aplikasi Chemlab lebih ramah lingkungan, praktikum dengan menggunakan Chemlab lebih aman, siswa lebih mudah menentukan peralatan mana yang akan digunakan untuk praktikum.

#### 5. Kepercayaan diri saat menggunakan laboratorium virtual

Bagian ini menyajikan analisis data persentase keseluruhan respon siswa terhadap kepercayaan diri saat menggunakan laboratorium virtual. Data respon siswa berdasarkan persentase sangat setuju hingga sangat tidak setuju disajikan pada gambar 5.

Diagram dalam gambar 5 menunjukkan bahwa rata-rata siswa memberikan respon setuju sebesar 61% dan sangat setuju 36%, siswa memberikan respon tidak setuju dengan persentase kecil yaitu 3% serta tidak ada siswa yang memberikan respon sangat tidak setuju. Dengan demikian, secara keseluruhan siswa setuju Chemlab membantu siswa menemukan peralatan praktikum dengan mudah, Chemlab memiliki tingkat akurasi yang tinggi, virtual Chemlab membuat siswa merasa lebih percaya diri dengan kemampuan saya untuk menyelesaikan praktikum dengan sukses.



Gambar 5. Kepercayaan diri saat menggunakan virtual lab

Virtual laboratorium memberikan kemudahan kepada mengidentifikasi bentuk dan ukuran alat praktikum, kemudahan mempersiapkan praktikum, kemudahan mengambil data praktikum, serta kemudahan menganalisis hasil praktikum, siswa ketika melakukan praktikum dengan Chemlab lebih percaya diri terhadap hasil praktikum, siswa tidak merasa cemas ketika dalam praktikum dikarenakan menggunakan Chemlab lebih aman, serta aplikasi Chemlab lebih ramah lingkungan. Hasil temuan sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Setiawati dkk., 2021) menunjukkan



bahwa penerapan laboratorium virtual mampu mengurangi kecemasan dalam menghadapi laboratorium nyata dan meningkatkan *self-efficacy* siswa sehingga mereka dapat menjadi unit pendukung yang mampu untuk proses pembelajaran kimia serta virtual laboratorium bersifat ramah lingkungan. Adanya Chemlab dapat mengurangi penggunaan alat terlalu mahal atau berbahaya, yang kadang tidak dapat dilakukan pada kondisi nyata yang terkendala dengan sarana prasarana sekolah dan jumlah siswa yang banyak (Jannah et al., 2022). Berdasarkan hasil respon tersbet, dapat dikatakan bahwa Chemlab menjadikan pembelajaran menjadi lebih menarik, interaktif, jumlah waktu mengajar dapat dikurangi, kualitas belajar dapat ditingkatkan dan proses belajar mengajar dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja.



Gambar 6 (A)(B) Dokumentasi Pendampingan Praktikum Virtual;(C) Panduan Praktikum Berbasis Tanah Vulkanik Gamalama (D) Surat Pencatatan Ciptaan Panduan Praktikum.

Selain kegiatan pendampingan praktikum virtual, PKM ini juga menghasilkan panduan praktikum mineralogi dan material vulkanik yang bisa digunakan dalam pembelajaran kimia di SMA. Praktikum Panduan ini menggunakan tanah vulkanik Gamalama sebagai bahan utama. Terhadap panduan praktikum tersebut, 30 siswa SMA Negeri 10 Kota Ternate memberikan tanggapan 89% menyatakan bahwa panduan tersebut mudah dipahami, 96% menyatakan mendapatkan pengalaman belajar baru, 91% menyatakan motivasi belajar meningkat setelah membaca panduan. Berdasarkan hasil yang diperoleh tersebut dapat disimpulkan bahwa panduan tersebut memiliki potensi yang baik untuk digunakan dalam pembelajaran kimia di SMA.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil respon siswa yang diperoleh pada kegiatan PKM ini, dapat disimpulkan:

1. Aplikasi Chemlab menjadikan pembelajaran praktikum menjadi lebih mudah, menarik, dan interaktif.
2. Dari 30 siswa, sebanyak 90% siswa menyatakan setuju untuk menggunakan aplikasi Chemlab dalam pembelajaran praktikum kimia, 89% menyatakan mudah, dan 93% menyatakan penggunaannya lebih ramah lingkungan.
3. Panduan praktikum berbasis tanah vulkanik Gamalama berpotensi baik untuk digunakan dalam pembelajaran kimia.
4. Dari 30 siswa, 89% menyatakan panduan tersebut mudah dipahami, 96% mendapatkan pembelajaran baru, dan 91% menyatakan motivasi belajar meningkat.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ahdila, A. I., Masykuri, M., & Hastuti, B. (2022). Efektivitas Pemanfaatan Laboratorium dalam Pembelajaran Kimia Di SMA Negeri 2 Boyolali. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 11(2), 205–210. <https://doi.org/10.20961/JPKIM.V11I2.63552>
- Anggraini, T., Nurhamidah, N., & Rohiat, S. (2022). Analisis Hubungan Pelaksanaan Pratikum Terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa Sma Negeri Di Kota Bengkulu. *Alotrop*, 6(1), 28–34. <https://doi.org/10.33369/ATP.V6I1.20320>
- Candra, R., & Hidayati, D. (2020). Penerapan Praktikum dalam Meningkatkan Keterampilan Proses dan Kerja Peserta Didik di Laboratorium IPA. *Edugama: Jurnal Kependidikan Dan Sosial Keagamaan*, 6(1), 26–37. <https://doi.org/10.32923/EDUGAMA.V6I1.1289>

- Jannah, F. F., Khamidinal, K., & Suprihatiningrum, J. (2022). Pengembangan Media Virtual Lab sebagai Alternatif Praktikum Kimia dalam Pembelajaran Daring di Masa Pandemi COVID-19. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 16(2), 97–103. <https://doi.org/10.15294/JIPK.V16I2.32646>
- Kartika, H. S., Sumarni, W., & Kimia, J. (2019). *Kontribusi Virtual Laboratory Pada Pembelajaran Titration Asam-Basa Dengan Predict-Observe-Explain Terhadap Hasil Belajar Dan Keterampilan Berpikir Kritis*. 09(2), 190–205.
- Lestari, L., Aprilia, L., Fortuna, N., Cahyo, R. N., Fitriani, S., Mulyana, Y., & Kusumaningtyas, P. (2023). Review: Laboratorium Virtual untuk Pembelajaran Kimia di Era Digital. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.34312/JJEC.V5I1.15008>
- Musa, W. J. A., Mantuli, M. A., Tangio, J. S., Iyabu, H., Kilo, J. La, & Kilo, A. K. (2023). Identifikasi Pemahaman Konsep Tingkat Representasi Makroskopik, Mikroskopik, dan Simbolik pada Materi Ikatan Kimia. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 5(1), 52–59. <https://doi.org/10.34312/JJEC.V5I1.15201>
- Ramadhani, P., Fuadiyah, S., & Yogica, R. (2021). Laboratorium Virtual sebagai Langkah Memaksimalkan Skill Keterampilan Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 1(1), 791–798. <https://doi.org/10.24036/PROSEMNASBIO/VOL1/102>
- Sandi, K., & Fatisa, Y. (2023). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Larutan Penyangga Menggunakan Metode Praktikum Virtual. *Journal of Chemistry Education and Integration*, 2(1), 50. <https://doi.org/10.24014/jcei.v2i1.21650>
- Sapinatul Bahriah, E., & Abadi, S. M. (2016). Motivasi Belajar Siswa Pada Materi Ikatan Kimia Melalui Metode Praktikum. *EduChemia*, 1(1), 86–97.
- Setiawati, A., Ajizah, D. N., Anisa, N. N., Ambarwati, P., Izzati, Z. A. N., & Erika, F. (2021). The 21st Century Skills On Chemistry Learning Based On Virtual Lab In Senior High School. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 27–39. <https://doi.org/10.26740/JPPS.V11N1.P27-39>
- Sukmawati, W. (2019). Analisis level makroskopis, mikroskopis dan simbolik mahasiswa dalam memahami elektrokimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(2), 195–204. <https://doi.org/10.21831/JIPI.V5I2.27517>
- Yuliana, Y., Hala, Y., & Taiyeb, A. M. (2017). Efektifitas Penggunaan Laboratorium Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar Ipa Peserta Didik Smpn 3 Palakka Kabupaten Bone. *Jurnal Nalar Pendidikan*, 5(1), 39–45. <https://doi.org/10.26858/jnp.v5i1.3278>